

SIEMENS



Totally Integrated Power

Serie de publicaciones técnicas Edición 12

Instalación de cables en el suelo con SIMARIS design

Aclaraciones para implementar la instalación de cables en el suelo en SIMARIS design según DIN VDE 0298-4:2013-06 resp. IEC 60364-5-52:2009-10

Durante el dimensionamiento de cables, SIMARIS design considera el tipo de instalación mediante factores de adaptación apropiados (Fig. 1). Estos factores se obtienen de las normas asociadas relativas a cables e hilos. La norma internacional IEC 60364-5-52 concuerda ampliamente con la norma alemana DIN VDE 0298-4. La introducción de la norma nacional DIN VDE 0298-4: 2013-06 ha producido grandes diferencias en el procedimiento para la instalación directa en el suelo. En este caso, la norma DIN VDE 0298-4 hace referencia a la norma alemana DIN VDE 0276-603: 2010-03, para la cual no existe un equivalente internacional. Internacionalmente sigue siendo válida la norma IEC 60364-5-52: 2009-10.

A continuación se describen claramente las diferencias en las normas para la instalación directa en el suelo y se calcula un ejemplo con ayuda de tablas incluidas en las normas. Dado que SIMARIS design utiliza mayoritariamente los factores de la norma IEC 60364-5-52 válida internacionalmente (y, correspondientemente, DIN VDE 0298-4, a excepción de la instalación directa en el suelo), es posible emplear las tablas para poder calcular el dimensionamiento de cables según SIMARIS design de modo que se ajuste a la norma alemana DIN VDE 0276-603. En este contexto hay que observar las tablas con factores de conversión de la norma DIN VDE 0276-1000, a la cual hace referencia la norma DIN VDE 0276-603.

Normativas para cargar cables en instalaciones eléctricas de alta intensidad

La norma internacional IEC 60364-5-52 ha sido aceptada como norma alemana VDE 0100-520. La norma DIN VDE 0100-520: 2013-06 hace referencia, entre otros en el Apartado 521.3, a los ejemplos de sistemas de cables e hilos en la norma DIN VDE 0298-4, así como a la aceptación del Anexo B: "Corrientes admisibles" y la Tabla A.52.3: "Ejemplos de métodos de instalación proporcionando las indicaciones para determinar las corrientes admisibles" en la norma alemana DIN VDE 0298-4. Sin embargo, en relación con el tipo de instalación de referencia "Cable(s) unipolar(es) o multipolar(es) enterrados directamente en el suelo", la Tabla 9 de la norma DIN VDE 0298-4 hace referencia a la norma alemana DIN VDE 0276-603.

Esto debe observarse críticamente, ya que se toman como base distintas condiciones de servicio, según se resume brevemente en la Tab. 1. Esto influye en la corriente admisible para los cables e hilos:

$$I_z = I_r \cdot f_{tot} \text{ (con } f_{tot} = \prod f)$$

| | |
|-----------|---|
| I_z | Corriente admisible bajo las condiciones marginales existentes |
| I_r | Corriente asignada |
| f_{tot} | Producto de los factores de influencia individuales f (véase la Tab. 1) |

| | IEC 60364-5-52 (DIN VDE 0298-4) | DIN VDE 0276-603 |
|---|---|---|
| Nivel de carga | 1 (carga permanente) | 0,7 (carga de compañía eléctrica) |
| Resistividad térmica específica del suelo | 2,5 K m/W (suelo seco) | 1,0 K m/W (suelo húmedo) |
| Diferenciación de la estructura del cable | Según material aislante del conductor, unipolar/multipolar | Según forma constructiva del cable, material aislante, unipolar/multipolar |
| Factores de conversión | Correlación clara entre factor y parámetro: $f_{tot} = f(\text{acumulación}) \times f(\text{resistividad térmica específica del suelo}) \times f(\text{temperatura del suelo}) \times f(\text{armónicas [%]})$ | Correlaciones complejas entre un factor y varios parámetros: $f_{tot} = f_1(\text{forma constructiva del cable, temperatura del suelo, resistividad térmica específica del suelo, nivel de carga}) \times f_2(\text{forma constructiva del cable, número de circuitos paralelos, resistividad térmica específica del suelo, nivel de carga, condición de instalación}) \times f(\text{armónicas [%]})$ |

Tab. 1: Condiciones marginales específicas de las normas para determinar las corrientes admisibles de los cables

Empleando los factores de conversión sencillos indicados en las normas DIN VDE 0298-4 resp. IEC 60364-5-52 se obtiene un resultado en el lado seguro. Para consideraciones más exactas se puede utilizar la serie de normas DIN VDE 0276 (en especial DIN VDE 0276-603 y DIN VDE 0276-1000), teniendo en cuenta las condiciones operacionales y ambientales. No obstante hay que observar que al instalar equipos de alta intensidad cerca de edificios, y si no se conocen datos más exactos, se deberá aplicar un nivel de carga de 1,0 (carga permanente) – que no se deberá confundir con un factor de simultaneidad –, y, en caso de instalación directa en el suelo, una resistividad térmica del suelo de 2,5 K m/W.

Nota:

Las condiciones operacionales y ambientales para la instalación al aire libre según DIN VDE 0276 y el tipo de instalación de referencia F según DIN VDE 0298-4 resp. IEC 60364-5-52 no se diferencian, es decir, rige el nivel de carga igual a 1,0 (carga permanente) y una temperatura ambiente igual a 30 °C.

Para tener en cuenta los medios consumibles que producen corrientes armónicas, como por ejemplo lámparas de ahorro de energía, cargadores, ordenadores personales, accionamientos con variadores de frecuencia y cualquier aparato operado mediante una fuente de alimentación, en SIMARIS design puede seleccionarse otro factor de corrección según DIN VDE 0100-520, Suplemento 3. Esto sólo es aplicable en circuitos de distribución y se multiplica al calcular f_{tot} .

| Porcentaje del total de potencia de todos los medios consumibles que producen corrientes armónicas | Factor de corrección para circuitos de distribución $f_{(armónicas)} [\%]$ |
|--|--|
| 0 ... 15 % | 1 |
| > 15 ... 25 % | 0,95 |
| > 25 ... 35 % | 0,9 |
| > 35 ... 45 % | 0,85 |
| > 45 ... 55 % | 0,8 |
| > 55 ... 65 % | 0,75 |
| > 65 ... 75 % | 0,7 |
| > 75 % | 0,65 |

Tab. 2: Factores de corrección para considerar corrientes armónicas según DIN VDE 0100-520, Suplemento 3

| | DIN VDE 0298-4 | IEC 60364-5-52 |
|---|--|--------------------------------------|
| Instalación en un tubo o conducto en el suelo | Tipo de instalación de referencia D (correspondiente a D1 en IEC 60364-5-52) | Tipo de instalación de referencia D1 |
| Instalación directa en el suelo | Referencia a DIN VDE 0276 | Tipo de instalación de referencia D2 |

Tab. 3: Tipos de instalación en el suelo en normas nacionales e internacionales

Implementación en SIMARIS design

Los tipos de instalación de referencia según DIN VDE 0298-4 e IEC 60364-5-52 coinciden en gran medida. Solamente difieren en caso de instalación directa en el suelo (véase la Tab. 3).

Como se ha mostrado antes, los sistemas para determinar la corriente admisible según la serie de normas DIN VDE 0276 y DIN VDE 0298-4 resp. IEC 60364-5-52 son un poco diferentes. Para asegurar un procedimiento uniforme a nivel internacional, en SIMARIS design se decidió aplicar el sistema según IEC 60364-5-52 para los tipos de instalación de referencia D1 y D2. Esto significa:

- Los valores de la corriente admisible en caso de instalación en un tubo o conducto en el suelo, es decir, en tipo de instalación de referencia D (DIN VDE 0298-4) o bien D1 (IEC 60364-5-52), son idénticos
- Los valores de la corriente admisible de cables e hilos para la instalación directa en el suelo según DIN VDE 0276-603 (con los factores de conversión correspondientes de la norma DIN VDE 0276-1000), y bajo la suposición realista de carga permanente y suelo seco con una resistividad térmica específica del suelo de 2,5 K m/W), solamente difieren en un 7 % como máximo y en un 2 % en promedio en comparación con los valores que resultan del cálculo según IEC 60364-5-52 para el tipo de instalación de referencia D2. Desde un punto de vista conservador, los valores para D2 según IEC 60364-5-52 son inferiores a los de la norma DIN VDE 0276-603
- Las diferencias de la corriente admisible entre cables unipolares agrupados y cables multipolares son insignificantes (con secciones superiores a 16 mm², la diferencia es inferior al 5 %)
- El porcentaje de corrientes armónicas según la Tab.2 puede ser determinado en la ventana "Factor de selección f_{tot} " (Fig. 2) de SIMARIS design. Para ello hay que pulsar el botón de información en el factor de reducción f_{tot} en la ventana "Cables/hilos" (con marco azul en la Fig. 1).

Las corrientes admisibles para los tipos de instalación de referencia D1 y D2 figuran en las tablas A1 hasta A13 en el Anexo.

Atención:

Los factores de conversión para diferentes resistividades térmicas del suelo (DIN VDE 0298-4 Tabla 20, tipo de instalación D) se emplean en SIMARIS design para los dos tipos de instalación de referencia D1 y D2. En la norma IEC 60364-5-52 se definen factores de corrección separados para la instalación directa en el suelo (véase IEC 60364-5-52 Tabla B.52.16). Sin embargo, estos factores producen – en comparación con la determinación mediante la serie de normas DIN VDE 0276 – desviaciones demasiado grandes (se calculan corrientes admisibles muy elevadas poco realistas), de modo que estos factores de corrección no pueden considerarse correctos. Por este motivo tampoco se consideran en SIMARIS design.

En lo que se refiere a los factores de corrección para la resistividad térmica del suelo en caso de instalación en un tubo o conducto en el suelo no existen diferencias entre DIN VDE 0298-4 e IEC 60364-5-52. Los factores de conversión para una temperatura del suelo diferente de 20 °C y para una acumulación de cables o hilos son idénticas en DIN VDE 0298-4 e IEC 60364-5-52.

Ejemplo

Posibilidad de comparación de resultados para el cálculo de las corrientes admisibles de cables e hilos entre

- SIMARIS design (en base a IEC 60364-5-52 – véase la Tab. A.1, A.2, A.3, A.5 y A.6 en el Anexo; excepción: para la resistividad térmica del suelo en caso de cables e hilos enterrados directamente en el suelo se toman los factores de corrección como para cables e hilos en tubos o conductos enterrados directamente en el suelo – véase la Tab. 4 en el Anexo)
- y los factores de corrección de la serie de normas DIN VDE 0276 (véanse las Tab. A.7 hasta A.13 en el Anexo)

Hipótesis básicas para los cálculos:

- Cables multipolares con conductor de cobre sin conductor de fase concéntrico
- Aislamiento de PVC
- 4 conductores paralelos (corriente trifásica) con una distancia de un diámetro de cable entre ellos
- Secciones de conductores = 240 mm²
- Instalación directa en el suelo con una temperatura del suelo de 20 °C
- Resistividad térmica del suelo = 2,5 K·m/W (suelo seco)
- Nivel de carga = 1,0 (carga permanente)
- El porcentaje de potencia de los medios consumibles que producen corrientes armónicas es 0 ... 15 %

a) Cálculo en SIMARIS design (véanse las Figs. 1 y 2)

- De la Tab. A.1 resulta, en función de las hipótesis básicas, una corriente admisible para el tipo de instalación D2: $I_r = 320 \text{ A}$
- De la Tab. A.3 resulta un factor de corrección para una temperatura del suelo = 20 °C: $f(\text{temperatura del suelo}) = 1,0$
- Según IEC 60364-5-52 se supone una carga permanente para el edificio
- De la Tab. A.6 resulta, para la acumulación de cables multipolares con una distancia de un diámetro de cables entre ellos: $f(\text{acumulación}) = 0,60$
- De la Tab. 2 resulta: $f(\text{armónicas [%]}) = 1,0$

En total resulta una corriente admisible de:

$$I_z = 4 \cdot 320 \text{ A} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,60 \cdot 1,0 = 768 \text{ A}$$

b) Cálculo según serie de normas DIN VDE 0276

- De la Tab. A.7 resulta, en función de las hipótesis básicas, una corriente admisible para cables multipolares sin conductor de fase concéntrico: $I_r = 473 \text{ A}$
- De la Tab. A.9 resulta, para el factor de conversión f_1 para una temperatura del suelo de 20 °C (valor para PVC con una temperatura de servicio admisible de 70 °C y una resistividad térmica específica del suelo = 2,5 K m/W): $0,76$
- De la Tab. A.13 resulta, para el factor de conversión f_2 con 4 circuitos y carga permanente = 1,0 (valor para PVC con una temperatura de servicio admisible de 70 °C y una resistividad térmica específica del suelo = 2,5 K m/W): $0,57$
- $f(\text{armónicas [%]})$ de la Tab. 2 = 1,0

En total resulta una corriente admisible de:

$$I_z = 4 \cdot 473 \text{ A} \cdot 0,76 \cdot 0,57 \cdot 1,0 = 820 \text{ A}$$

Los dos resultados confirman que el cálculo según SIMARIS design está en el lado seguro. La diferencia de aproximadamente un 6 % demuestra que las simplificaciones no implican limitaciones demasiado grandes.

Consideración de la corriente admisible según DIN VDE 0276 en SIMARIS design

Si se desea, en SIMARIS design también es posible ajustar la corriente admisible según DIN VDE 0276. Para ello hay que sobrescribir el valor para el factor de corrección total f_{tot} indicado en SIMARIS design.

Para determinar este f_{tot} (DIN VDE 0276) hay que:

1. Tomar de la Tab. 2 el factor de corrección para la consideración de corrientes armónicas $f(\text{armónicas [%]})$, el cual es idéntico en los dos procedimientos de determinación
2. Determinar la corriente admisible I_z (DIN VDE 0276) según la serie de normas DIN VDE 0276 como en el ejemplo anterior con ayuda de las tablas Tab. A.7 hasta Tab. A.13.
3. Determinar la corriente admisible básica I_{z0} (SIMARIS) según las tablas Tab. A.1 ó Tab. A.2

Con estos tres valores rige lo siguiente:

$$f_{tot}(\text{DIN VDE 0276}) = f(\text{armónicas [%]}) \cdot I_z(\text{DIN VDE 0276}) / [\text{número de circuitos} \cdot I_{z0}(\text{SIMARIS})]$$

Para el ejemplo calculado anteriormente resulta un factor de corrección total para SIMARIS design de:

$$f_{tot}(\text{DIN VDE 0276}) = 1,0 \cdot 820 \text{ A} / [4 \cdot 320 \text{ A}] = 0,64$$

Este valor refleja la diferencia de aproximadamente un 7 % determinada anteriormente para el ejemplo, y se deberá introducir manualmente ("Factor de reducción f_{tot} " en la Fig. 1). De este modo es posible realizar el cálculo conjuntamente con los demás valores indicados para los cables y circuitos.

Conclusión

Para la mayoría de los tipos de instalación de cables e hilos, las normas alemanas e internacionales concuerdan. Esto se refleja en SIMARIS design. Solamente existen diferencias para la instalación directa en el suelo. Debido a la actualización de la norma internacional IEC 60364-5-52 con nuevos factores de corrección para la resistividad térmica específica del suelo en caso de instalación directa en el suelo D2, en este contexto parece razonable cuestionar estos nuevos valores.

SIMARIS design utiliza el método más sencillo de la norma internacional, pero aplica los mismos factores para la resistividad térmica específica del suelo tanto para el tipo de instalación D2 como para el D1. En comparación con los cálculos según la serie de normas DIN VDE 0276, esto es un método conservador que deja reservas de seguridad para la planificación. Estas reservas deberían tenerse en cuenta durante el proceso de planificación.



En el anexo al documento del fichero PDF encontrará una herramienta Excel (Factores_corrección_VDE_0276.xlsms) para determinar el factor de corrección f_{tot} (DIN VDE 0276) que se puede utilizar en SIMARIS design.

Cables/hilos X

| | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Dimensionamiento automático | |
| Designación | K/L 1.1 |
| Resistencia funcional | Ninguno i |
| Tipo de cable | Cables multipolares ó cables en funda plástica ligera ▼ |
| Material del conductor | CU ▼ |
| Material aislante | PVC70 ▼ |
| Configuración de cables | ejemplo. NYY, NYCWY, NYCY, NYKY ▼ |
| Tipo de instalación | C ▼ i |
| Factor de reducción f tot | 1 ▼ i |
| Caída de tensión permitida / sección [%] | 4 ▼ |
| Temperaturas [°C] | ΔU: 55; lkmin: 80 |
| Cantidad | 3 ▼ |
| Longitud [m] | 15 |
| Área de fuego mayor [m] | 0 |
| Sección del conductor de fase [mm ²] | 240 ▼ |
| Sección del conductor N [mm ²] | 240 ▼ |
| Sección del conductor PE [mm ²] | 120 ▼ |

Predeterminado OK Cancelar

Fig. 1: Captura de pantalla de SIMARIS design para la introducción de parámetros de cables e hilos

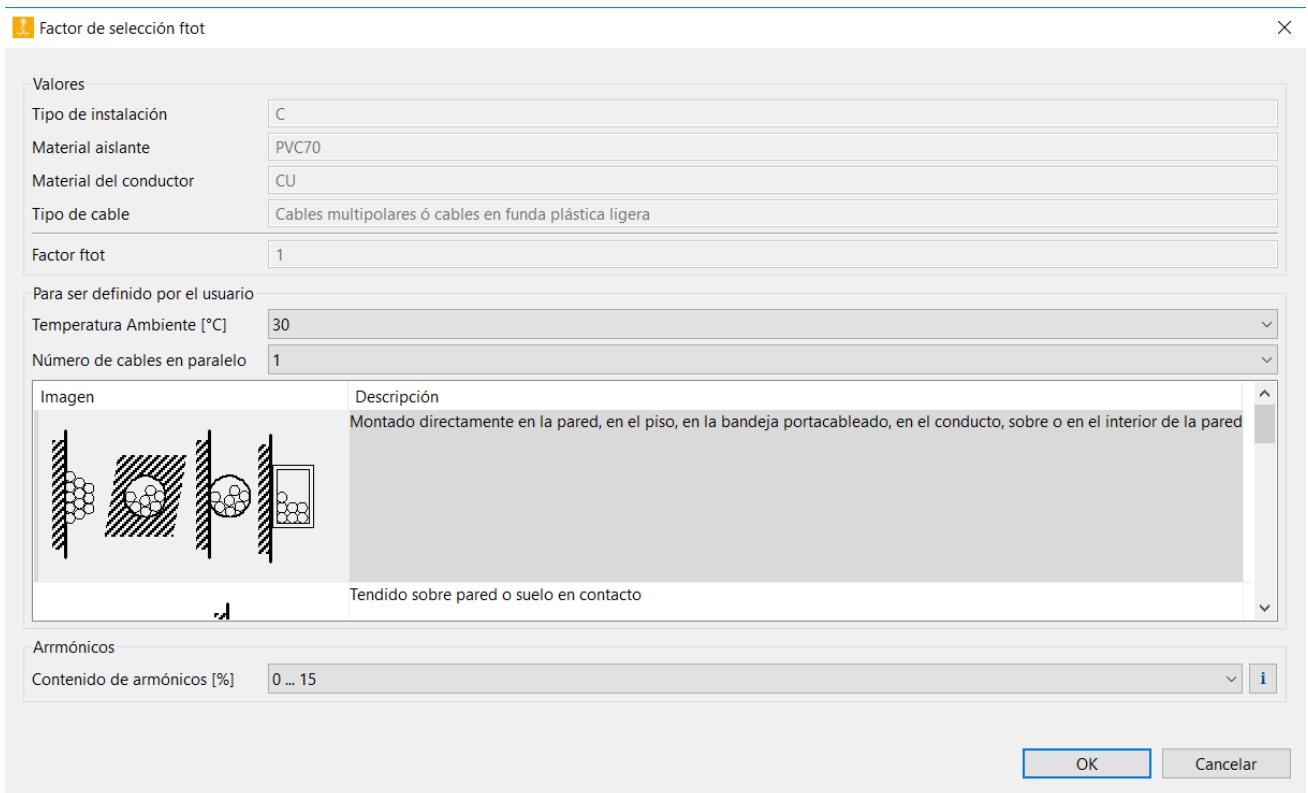


Fig. 2: Captura de pantalla de SIMARIS design para la introducción de parámetros relativos al factor f_{tot} (la ventana se abre en SIMARIS design pulsando el botón de información con marco azul en la Fig. 1)

Anexo

| Aislamiento de PVC – 70 °C de temperatura de servicio y 20 °C de temperatura del suelo | | | | |
|--|---|--------------------------------|-----|-----|
| | D1 En tubo o conducto enterrado en el suelo | D2 Directamente en el suelo | | |
| Número de conductores cargados | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Sección nominal [mm ²] | Corriente admisible [A] | | | |
| Cobre | | | | |
| 1,5 | 22 | 18 | 22 | 19 |
| 2,5 | 29 | 24 | 28 | 24 |
| 4 | 37 | 30 | 38 | 33 |
| 6 | 46 | 38 | 48 | 41 |
| 10 | 60 | 50 | 64 | 54 |
| 16 | 78 | 64 | 83 | 70 |
| 25 | 99 | 82 | 110 | 92 |
| 35 | 119 | 98 | 132 | 110 |
| 50 | 140 | 116 | 156 | 130 |
| 70 | 173 | 143 | 192 | 162 |
| 95 | 204 | 169 | 230 | 193 |
| 120 | 231 | 192 | 261 | 220 |
| 150 | 261 | 217 | 293 | 246 |
| 185 | 292 | 243 | 331 | 278 |
| 240 | 336 | 280 | 382 | 320 |
| 300 | 379 | 316 | 427 | 359 |
| Aluminio | | | | |
| 2,5 | 22 | 18,5 | - | - |
| 4 | 29 | 24 | - | - |
| 6 | 36 | 30 | - | - |
| 10 | 47 | 39 | - | - |
| 16 | 61 | 50 | 63 | 53 |
| 25 | 77 | 64 | 82 | 69 |
| 35 | 93 | 77 | 98 | 83 |
| 50 | 109 | 91 | 117 | 99 |
| 70 | 135 | 112 | 145 | 122 |
| 95 | 159 | 132 | 173 | 148 |
| 120 | 180 | 150 | 200 | 169 |
| 150 | 204 | 169 | 224 | 189 |
| 185 | 228 | 190 | 255 | 214 |
| 240 | 262 | 218 | 298 | 250 |
| 300 | 296 | 247 | 336 | 282 |

Tab. A.1 Corrientes admisibles utilizadas en SIMARIS design para cables aislados con PVC e instalación en el suelo (nivel de carga = 1,0 y resistividad térmica específica del suelo = 2,5 K m/W; extractos de la norma IEC 60364-5-52: Tablas B.52.2 y B.52.4)

| Aislamiento de XLPE – 90 °C de temperatura de servicio y 20 °C de temperatura del suelo | | | | |
|---|---|--------------------------------|-----|-----|
| | D1 En tubo o conducto enterrado en el suelo | D2 Directamente en el suelo | | |
| Número de conductores cargados | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Sección nominal [mm ²] | Corriente admisible [A] | | | |
| Cobre | | | | |
| 1,5 | 25 | 21 | 27 | 23 |
| 2,5 | 33 | 28 | 35 | 30 |
| 4 | 43 | 36 | 46 | 39 |
| 6 | 53 | 44 | 58 | 49 |
| 10 | 71 | 58 | 77 | 65 |
| 16 | 91 | 75 | 100 | 84 |
| 25 | 116 | 96 | 129 | 107 |
| 35 | 139 | 115 | 155 | 129 |
| 50 | 164 | 135 | 183 | 153 |
| 70 | 203 | 167 | 225 | 188 |
| 95 | 239 | 197 | 270 | 226 |
| 120 | 271 | 223 | 306 | 257 |
| 150 | 306 | 251 | 343 | 287 |
| 185 | 343 | 281 | 387 | 324 |
| 240 | 395 | 324 | 448 | 375 |
| 300 | 446 | 365 | 502 | 419 |
| Aluminio | | | | |
| 2,5 | 26 | 22 | - | - |
| 4 | 33 | 28 | - | - |
| 6 | 42 | 35 | - | - |
| 10 | 55 | 46 | - | - |
| 16 | 71 | 59 | 76 | 64 |
| 25 | 90 | 75 | 98 | 82 |
| 35 | 108 | 90 | 117 | 98 |
| 50 | 128 | 106 | 139 | 117 |
| 70 | 158 | 130 | 170 | 144 |
| 95 | 186 | 154 | 204 | 172 |
| 120 | 211 | 174 | 233 | 197 |
| 150 | 238 | 197 | 261 | 220 |
| 185 | 267 | 220 | 296 | 250 |
| 240 | 307 | 253 | 343 | 290 |
| 300 | 346 | 286 | 386 | 326 |

Tab. A.2: Corrientes admisibles utilizadas en SIMARIS design para cables aislados con XLPE e instalación en el suelo (nivel de carga = 1,0 y resistividad térmica específica del suelo = 2,5 K m/W; extractos de la norma IEC 60364-5-52: Tablas B.52.3 y B.52.5)

| Temperatura del suelo [°C] | Temperatura de servicio admisible en el conductor | |
|----------------------------|---|---------------|
| | PVC 70 °C | XLPE 90 °C |
| 10 | 1,10 | 1,07 |
| 15 | 1,05 | 1,04 |
| 20 | 1,00 | 1,00 |
| 25 | 0,95 | 0,96 |
| 30 | 0,89 | 0,93 |
| 35 | 0,84 | 0,89 |
| 40 | 0,77 | 0,85 |
| 45 | 0,71 | 0,8 |
| 50 | 0,63 | 0,76 |
| 55 | 0,55 | 0,71 |
| 60 | 0,45 | 0,65 |
| 65 | – | 0,6 |
| 70 | – | 0,53 |
| 75 | – | 0,46 |
| 80 | – | 0,38 |

Tab. A.3: Factores de conversión para temperaturas ambiente diferentes de 20°C para la corriente admisible de cables con instalación en el suelo (tipos de instalación de referencia D1 y D2; correspondiente a IEC 60364-5-52: Tabla B.52.15)

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|-----|------|
| Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| Factor de conversión | 1,28 | 1,20 | 1,18 | 1,10 | 1,05 | 1 | 0,96 |

Tab. A.4: Factores de conversión en SIMARIS design para resistividades térmicas específicas del suelo diferentes de 2,5 K·m/W para la corriente admisible de cables con instalación en el suelo (tipos de instalación de referencia D1 y D2; correspondiente a IEC 60364-5-52: Tabla B.52.16)

| Número de circuitos | Distancia de conducto a conducto | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|--------|-------|-------|---------------------|--------|-------|-------|
| | Cables multipolares | | | | Cables unipolares | | | |
| | Cero (con contacto) | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m | Cero (con contacto) | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m |
| 2 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 0,95 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,95 |
| 3 | 0,75 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 4 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,65 | 0,75 | 0,80 | 0,90 |
| 5 | 0,65 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 6 | 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 7 | 0,57 | 0,76 | 0,80 | 0,88 | 0,53 | 0,66 | 0,76 | 0,87 |
| 8 | 0,54 | 0,74 | 0,78 | 0,88 | 0,50 | 0,63 | 0,74 | 0,87 |
| 9 | 0,52 | 0,73 | 0,77 | 0,87 | 0,47 | 0,61 | 0,73 | 0,86 |
| 10 | 0,49 | 0,72 | 0,76 | 0,86 | 0,45 | 0,59 | 0,72 | 0,85 |
| 11 | 0,47 | 0,70 | 0,75 | 0,86 | 0,43 | 0,57 | 0,70 | 0,85 |
| 12 | 0,45 | 0,69 | 0,74 | 0,85 | 0,41 | 0,56 | 0,69 | 0,84 |
| 13 | 0,44 | 0,68 | 0,73 | 0,85 | 0,39 | 0,54 | 0,68 | 0,84 |
| 14 | 0,42 | 0,68 | 0,72 | 0,85 | 0,37 | 0,53 | 0,68 | 0,83 |
| 15 | 0,41 | 0,67 | 0,72 | 0,84 | 0,35 | 0,52 | 0,67 | 0,83 |
| 16 | 0,39 | 0,66 | 0,71 | 0,84 | 0,34 | 0,51 | 0,66 | 0,83 |
| 17 | 0,38 | 0,65 | 0,70 | 0,83 | 0,33 | 0,50 | 0,65 | 0,82 |
| 18 | 0,37 | 0,65 | 0,70 | 0,83 | 0,31 | 0,49 | 0,65 | 0,82 |
| 19 | 0,35 | 0,64 | 0,69 | 0,82 | 0,30 | 0,48 | 0,64 | 0,82 |
| 20 | 0,34 | 0,63 | 0,68 | 0,82 | 0,29 | 0,47 | 0,63 | 0,81 |

Tab. A.5: Factores de conversión para la acumulación de cables en tubos o conductos enterrados en el suelo (tipo de instalación de referencia D1, resistividad térmica del suelo 2,5 K·m/W; correspondiente a IEC 60364-5-52: Tabla B.52.19)

| Número de circuitos | Distancia de cable a cable | | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|--------|-------|
| | Cables multipolares | | Cables unipolares | | |
| | Cero (con contacto) | Un diámetro de cable | 0,125 m | 0,25 m | 0,5 m |
| 2 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,90 |
| 3 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 |
| 4 | 0,60 | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 |
| 5 | 0,55 | 0,55 | 0,65 | 0,70 | 0,80 |
| 6 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,70 | 0,80 |
| 7 | 0,45 | 0,51 | 0,59 | 0,67 | 0,76 |
| 8 | 0,43 | 0,48 | 0,57 | 0,65 | 0,75 |
| 9 | 0,41 | 0,46 | 0,55 | 0,63 | 0,74 |
| 12 | 0,36 | 0,42 | 0,51 | 0,59 | 0,71 |
| 16 | 0,32 | 0,38 | 0,47 | 0,56 | 0,68 |
| 20 | 0,29 | 0,35 | 0,44 | 0,53 | 0,66 |

Tab. A.6: Factores de conversión para la acumulación de cables enterrados directamente en el suelo (tipo de instalación de referencia D2, resistividad térmica del suelo 2,5 K·m/W; correspondiente a IEC 60364-5-52: Tabla B.52.18)

| Aislamiento de PVC – 70 ° de temperatura de servicio y 20 °C de temperatura del suelo | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sin conductor de fase concéntrico (tipo A) p.ej. N(A)YY | | Con conductor de fase concéntrico (tipo B) p.ej. N(A)YCWY, N(A)YCY | |
| Disposición | Multipolares  | Unipolares agrupados  | Multipolares  | Unipolares agrupados  |
| Número de conductores cargados | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Sección nominal [mm ²] | Corriente admisible [A] | | | |
| Cobre | | | | |
| 1,5 | 27 | 30 | 27 | 31 |
| 2,5 | 36 | 39 | 36 | 40 |
| 4 | 47 | 50 | 47 | 51 |
| 6 | 59 | 62 | 59 | 63 |
| 10 | 79 | 83 | 79 | 84 |
| 16 | 102 | 107 | 102 | 108 |
| 25 | 133 | 138 | 133 | 139 |
| 35 | 159 | 164 | 160 | 166 |
| 50 | 188 | 195 | 190 | 196 |
| 70 | 232 | 238 | 234 | 238 |
| 95 | 280 | 286 | 280 | 281 |
| 120 | 318 | 325 | 319 | 315 |
| 150 | 359 | 365 | 357 | 347 |
| 185 | 406 | 413 | 402 | 385 |
| 240 | 473 | 479 | 463 | 432 |
| 300 | 535 | 541 | 518 | 473 |
| 400 | 613 | 614 | 579 | 521 |
| 500 | 687 | 693 | 624 | 574 |
| 630 | - | 777 | - | 636 |
| Aluminio | | | | |
| 25 | 102 | 106 | 103 | 108 |
| 35 | 123 | 127 | 123 | 129 |
| 50 | 144 | 151 | 145 | 153 |
| 70 | 179 | 185 | 180 | 187 |
| 95 | 215 | 222 | 216 | 223 |
| 120 | 245 | 253 | 246 | 252 |
| 150 | 275 | 284 | 276 | 280 |
| 185 | 313 | 322 | 313 | 314 |
| 240 | 364 | 375 | 362 | 358 |
| 300 | 419 | 425 | 415 | 397 |
| 400 | 484 | 487 | 474 | 441 |
| 500 | 553 | 558 | 528 | 489 |
| 630 | - | 635 | - | 539 |

Tab. A.7: Corrientes admisibles para cables aislados con PVC enterrados directamente en el suelo según DIN VDE 0276-603: Parte 3-G Tabla 14 (nivel de carga 0,7 y resistividad térmica específica del suelo 1,0 K·m/W)

| Aislamiento de XLPE – 90 °C de temperatura de servicio y 20 °C de temperatura del suelo | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sin conductor de fase concéntrico (tipo A) p.ej. N(A)2XY, N(A)2X2Y | | Con conductor de fase concéntrico (tipo B) p.ej. N(A)2XCWY, N(A)2XCW2Y | |
| Disposición | Multipolares    | Unipolares agrupados  | Multipolares   | Unipolares agrupados  |
| Número de conductores cargados | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Sección nominal [mm²] | Corriente admisible [A] | | | |
| Cobre | | | | |
| 1,5 | 31 | 33 | 31 | 33 |
| 2,5 | 40 | 42 | 40 | 43 |
| 4 | 52 | 54 | 52 | 55 |
| 6 | 64 | 67 | 65 | 68 |
| 10 | 86 | 89 | 87 | 91 |
| 16 | 112 | 115 | 113 | 117 |
| 25 | 145 | 148 | 146 | 150 |
| 35 | 174 | 177 | 176 | 179 |
| 50 | 206 | 209 | 208 | 211 |
| 70 | 254 | 256 | 256 | 257 |
| 95 | 305 | 307 | 307 | 304 |
| 120 | 348 | 349 | 349 | 341 |
| 150 | 392 | 393 | 391 | 377 |
| 185 | 444 | 445 | 442 | 418 |
| 240 | 517 | 517 | 509 | 469 |
| 300 | 585 | 583 | 569 | 514 |
| 400 | 671 | 663 | 637 | 565 |
| 500 | 758 | 749 | 691 | 623 |
| 630 | - | 843 | - | 690 |
| Aluminio | | | | |
| 25 | 112 | 114 | 113 | 116 |
| 35 | 135 | 136 | 136 | 138 |
| 50 | 158 | 162 | 159 | 164 |
| 70 | 196 | 199 | 197 | 201 |
| 95 | 234 | 238 | 236 | 240 |
| 120 | 268 | 272 | 269 | 272 |
| 150 | 300 | 305 | 302 | 303 |
| 185 | 342 | 347 | 342 | 340 |
| 240 | 398 | 404 | 397 | 387 |
| 300 | 457 | 457 | 454 | 430 |
| 400 | 529 | 525 | 520 | 479 |
| 500 | 609 | 601 | 584 | 531 |
| 630 | - | 687 | - | 587 |

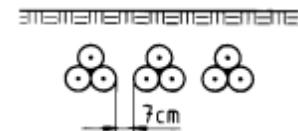
Tab. A.8: Corrientes admisibles para cables aislados con XLPE enterrados directamente en el suelo según DIN VDE 0276-603 Parte 5-G Tabla 14 (nivel de carga 0,7 y resistividad térmica específica del suelo 1,0 K·m/W)

| Temperatura de servicio admisible [°C] | Temperatura del suelo [°C] | Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|------------------------------|
| | | 0,7 | | | | | 1,0 | | | | | 1,5 | | | | | 2,5 |
| | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga 0,5 hasta 1,0 |
| | | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | |
| 90 | 5 | 1,24 | 1,21 | 1,18 | 1,13 | 1,07 | 1,11 | 1,09 | 1,07 | 1,03 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,94 | 0,89 |
| | 10 | 1,23 | 1,19 | 1,16 | 1,11 | 1,05 | 1,09 | 1,07 | 1,05 | 1,01 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,91 | 0,86 |
| | 15 | 1,21 | 1,17 | 1,14 | 1,08 | 1,03 | 1,07 | 1,05 | 1,02 | 0,99 | 0,95 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,89 | 0,84 |
| | 20 | 1,19 | 1,15 | 1,12 | 1,06 | 1,00 | 1,05 | 1,02 | 1,00 | 0,96 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,88 | 0,86 | 0,81 |
| | 25 | — | — | — | — | — | 1,02 | 1,00 | 0,98 | 0,94 | 0,90 | 0,90 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,84 | 0,78 |
| | 30 | — | — | — | — | — | — | — | 0,95 | 0,91 | 0,88 | 0,87 | 0,86 | 0,84 | 0,83 | 0,81 | 0,75 |
| | 35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,82 | 0,80 | 0,78 | 0,72 |
| | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,68 |
| 70 | 5 | 1,29 | 1,26 | 1,22 | 1,15 | 1,09 | 1,13 | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,86 |
| | 10 | 1,27 | 1,23 | 1,19 | 1,13 | 1,06 | 1,11 | 1,08 | 1,06 | 1,01 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,92 | 0,89 | 0,83 |
| | 15 | 1,25 | 1,21 | 1,17 | 1,1 | 1,03 | 1,08 | 1,06 | 1,03 | 0,99 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,88 | 0,86 | 0,79 |
| | 20 | 1,23 | 1,18 | 1,14 | 1,08 | 1,01 | 1,06 | 1,03 | 1 | 0,96 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,76 |
| | 25 | — | — | — | — | — | 1,03 | 1 | 0,97 | 0,93 | 0,88 | 0,87 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,72 |
| | 30 | — | — | — | — | — | — | — | 0,94 | 0,89 | 0,85 | 0,84 | 0,82 | 0,8 | 0,78 | 0,76 | 0,68 |
| | 35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,63 |
| | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,59 |

Tab. A.9: Factores de conversión f_1 para instalación en el suelo para todos los cables (excepto cables de PVC para 6/10 kV)
(extracto de la norma DIN VDE 0276-1000: Tabla 4)

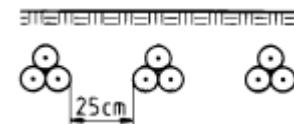
| Forma constructiva | Número de circuitos | Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|
| | | 0,7 | | | | | 1,0 | | | | | 1,5 | | | | | 2,5 | | | | |
| | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | |
| | | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 |
| Cables de XLPE 0,6/1, 6/10, 12/20, 18/30 [kV] | 1 | 1,09 | 1,04 | 0,99 | 0,93 | 0,87 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 1,13 | 1,07 | 1,01 | 0,94 | 0,87 | 1,17 | 1,09 | 1,03 | 0,94 | 0,87 |
| | 2 | 0,97 | 0,90 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,77 | 0,71 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,77 | 0,71 | 1,02 | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,71 |
| | 3 | 0,88 | 0,80 | 0,74 | 0,67 | 0,61 | 0,89 | 0,82 | 0,75 | 0,67 | 0,61 | 0,90 | 0,82 | 0,76 | 0,68 | 0,61 | 0,92 | 0,83 | 0,76 | 0,68 | 0,61 |
| | 4 | 0,83 | 0,75 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,85 | 0,77 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,56 |
| | 5 | 0,79 | 0,71 | 0,65 | 0,58 | 0,52 | 0,80 | 0,72 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,80 | 0,73 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,82 | 0,73 | 0,67 | 0,59 | 0,52 |
| | 6 | 0,76 | 0,68 | 0,62 | 0,55 | 0,50 | 0,77 | 0,69 | 0,63 | 0,55 | 0,50 | 0,77 | 0,70 | 0,63 | 0,56 | 0,50 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,50 |
| | 8 | 0,72 | 0,64 | 0,58 | 0,51 | 0,46 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,46 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,46 | 0,74 | 0,66 | 0,59 | 0,52 | 0,46 |
| | 10 | 0,69 | 0,61 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,49 | 0,44 |
| Cables de PVC 0,6/1, 3,6/6, 6/10 [kV] | 1 | 1,01 | 1,02 | 0,99 | 0,93 | 0,87 | 1,04 | 1,05 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 1,07 | 1,06 | 1,01 | 0,94 | 0,87 | 1,11 | 1,08 | 1,01 | 0,94 | 0,87 |
| | 2 | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,97 | 0,91 | 0,85 | 0,77 | 0,71 | 0,99 | 0,92 | 0,86 | 0,77 | 0,71 | 1,01 | 0,93 | 0,87 | 0,78 | 0,71 |
| | 3 | 0,86 | 0,79 | 0,74 | 0,67 | 0,61 | 0,89 | 0,81 | 0,75 | 0,67 | 0,61 | 0,90 | 0,83 | 0,76 | 0,68 | 0,61 | 0,91 | 0,83 | 0,77 | 0,68 | 0,61 |
| | 4 | 0,82 | 0,75 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,85 | 0,77 | 0,71 | 0,62 | 0,56 | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,56 |
| | 5 | 0,78 | 0,71 | 0,65 | 0,58 | 0,52 | 0,80 | 0,72 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,80 | 0,73 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,81 | 0,73 | 0,67 | 0,59 | 0,52 |
| | 6 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,55 | 0,50 | 0,77 | 0,69 | 0,63 | 0,55 | 0,50 | 0,77 | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,50 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,50 |
| | 8 | 0,71 | 0,64 | 0,58 | 0,51 | 0,46 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,46 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,46 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,52 | 0,46 |
| | 10 | 0,68 | 0,61 | 0,55 | 0,49 | 0,44 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,49 | 0,44 |

Tab. A.10: Factores de conversión f_2 para instalación en el suelo, disposición agrupada de cables unipolares a una distancia entre sistemas de 7 cm (extracto de la norma DIN VDE 0276-1000: Tabla 6)



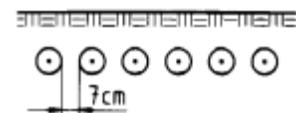
| Forma constructiva | Número de circuitos | Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|
| | | 0,7 | | | | | 1,0 | | | | | 1,5 | | | | | 2,5 | | | | |
| | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | |
| | | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 |
| Cables de XLPE 0,6/1, 6/10, 12/20, 18/30 [kV] | 1 | 1,09 | 1,04 | 0,99 | 0,93 | 0,87 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 1,13 | 1,07 | 1,01 | 0,94 | 0,87 | 1,17 | 1,09 | 1,03 | 0,94 | 0,87 |
| | 2 | 1,01 | 0,94 | 0,89 | 0,82 | 0,75 | 1,02 | 0,95 | 0,89 | 0,82 | 0,75 | 1,04 | 0,97 | 0,90 | 0,82 | 0,75 | 1,06 | 0,98 | 0,91 | 0,83 | 0,75 |
| | 3 | 0,94 | 0,87 | 0,81 | 0,74 | 0,67 | 0,95 | 0,88 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,97 | 0,89 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,99 | 0,90 | 0,83 | 0,74 | 0,67 |
| | 4 | 0,91 | 0,84 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,92 | 0,84 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,93 | 0,85 | 0,79 | 0,70 | 0,64 | 0,95 | 0,86 | 0,79 | 0,71 | 0,64 |
| | 5 | 0,88 | 0,80 | 0,74 | 0,67 | 0,60 | 0,89 | 0,81 | 0,75 | 0,67 | 0,60 | 0,90 | 0,82 | 0,75 | 0,67 | 0,60 | 0,91 | 0,83 | 0,76 | 0,67 | 0,60 |
| | 6 | 0,86 | 0,79 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,87 | 0,79 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,88 | 0,80 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,89 | 0,81 | 0,74 | 0,65 | 0,59 |
| | 8 | 0,83 | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,85 | 0,77 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,86 | 0,78 | 0,71 | 0,62 | 0,56 |
| | 10 | 0,81 | 0,74 | 0,68 | 0,60 | 0,54 | 0,82 | 0,74 | 0,68 | 0,60 | 0,54 | 0,83 | 0,75 | 0,68 | 0,61 | 0,54 | 0,84 | 0,76 | 0,69 | 0,61 | 0,54 |
| | 1 | 1,01 | 1,02 | 0,99 | 0,93 | 0,87 | 1,04 | 1,05 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 1,07 | 1,06 | 1,01 | 0,94 | 0,87 | 1,11 | 1,08 | 1,01 | 0,94 | 0,87 |
| | 2 | 0,97 | 0,95 | 0,89 | 0,82 | 0,75 | 1,00 | 0,96 | 0,90 | 0,82 | 0,75 | 1,03 | 0,97 | 0,91 | 0,82 | 0,75 | 1,06 | 0,98 | 0,92 | 0,83 | 0,75 |
| Cables de PVC 0,6/1, 3,6/6, 6/10 [kV] | 3 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,97 | 0,88 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,97 | 0,89 | 0,83 | 0,74 | 0,67 | 0,98 | 0,90 | 0,84 | 0,74 | 0,67 |
| | 4 | 0,91 | 0,84 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,92 | 0,85 | 0,79 | 0,70 | 0,64 | 0,93 | 0,86 | 0,79 | 0,70 | 0,64 | 0,95 | 0,87 | 0,80 | 0,71 | 0,64 |
| | 5 | 0,88 | 0,81 | 0,75 | 0,67 | 0,60 | 0,89 | 0,82 | 0,76 | 0,67 | 0,60 | 0,90 | 0,82 | 0,76 | 0,67 | 0,60 | 0,91 | 0,83 | 0,77 | 0,67 | 0,60 |
| | 6 | 0,86 | 0,79 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,87 | 0,80 | 0,74 | 0,65 | 0,59 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,65 | 0,59 | 0,89 | 0,81 | 0,75 | 0,65 | 0,59 |
| | 8 | 0,83 | 0,76 | 0,70 | 0,62 | 0,56 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,62 | 0,56 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,62 | 0,56 | 0,86 | 0,78 | 0,72 | 0,62 | 0,56 |
| | 10 | 0,82 | 0,75 | 0,69 | 0,60 | 0,54 | 0,82 | 0,75 | 0,69 | 0,60 | 0,54 | 0,83 | 0,76 | 0,69 | 0,61 | 0,54 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,61 | 0,54 |

Tab. A.11: Factores de conversión f_2 para instalación en el suelo, disposición agrupada de cables unipolares a una distancia entre sistemas de 25 cm (extracto de la norma DIN VDE 0276-1000: Tabla 7)



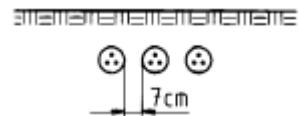
| Forma constructiva | Número de circuitos | Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|
| | | 0,7 | | | | | 1,0 | | | | | 1,5 | | | | | 2,5 | | | | |
| | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | |
| | | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 |
| Cables de XLPE 0,6/1, 6/10, 12/20, 18/30 [kV] | 1 | 1,08 | 1,05 | 0,99 | 0,91 | 0,85 | 1,13 | 1,07 | 1,00 | 0,92 | 0,85 | 1,18 | 1,09 | 1,01 | 0,92 | 0,85 | 1,19 | 1,11 | 1,03 | 0,93 | 0,85 |
| | 2 | 1,01 | 0,93 | 0,86 | 0,77 | 0,71 | 1,03 | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,71 | 1,05 | 0,95 | 0,88 | 0,78 | 0,71 | 1,06 | 0,96 | 0,88 | 0,79 | 0,71 |
| | 3 | 0,92 | 0,84 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,93 | 0,85 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,95 | 0,86 | 0,78 | 0,69 | 0,62 | 0,96 | 0,86 | 0,79 | 0,69 | 0,62 |
| | 4 | 0,88 | 0,80 | 0,73 | 0,65 | 0,58 | 0,89 | 0,80 | 0,73 | 0,65 | 0,58 | 0,90 | 0,81 | 0,74 | 0,65 | 0,58 | 0,91 | 0,82 | 0,74 | 0,65 | 0,58 |
| | 5 | 0,84 | 0,76 | 0,69 | 0,61 | 0,55 | 0,85 | 0,77 | 0,70 | 0,61 | 0,55 | 0,87 | 0,78 | 0,70 | 0,62 | 0,55 | 0,87 | 0,78 | 0,71 | 0,62 | 0,55 |
| | 6 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,59 | 0,53 | 0,83 | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,53 | 0,84 | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,53 | 0,85 | 0,76 | 0,69 | 0,60 | 0,53 |
| | 8 | 0,79 | 0,71 | 0,64 | 0,57 | 0,51 | 0,80 | 0,71 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,81 | 0,72 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,81 | 0,72 | 0,65 | 0,57 | 0,51 |
| | 10 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,55 | 0,49 | 0,78 | 0,69 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,78 | 0,70 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,79 | 0,70 | 0,63 | 0,55 | 0,49 |
| | 1 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 1,01 | 1,01 | 1,00 | 0,92 | 0,85 | 1,07 | 1,05 | 1,01 | 0,92 | 0,85 | 1,16 | 1,10 | 1,02 | 0,93 | 0,85 |
| | 2 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,77 | 0,71 | 0,96 | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,71 | 1,00 | 0,95 | 0,88 | 0,78 | 0,71 | 1,05 | 0,97 | 0,89 | 0,79 | 0,71 |
| Cables de PVC 0,6/1, 3,6/6, 6/10 [kV] | 3 | 0,88 | 0,84 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,91 | 0,85 | 0,78 | 0,69 | 0,62 | 0,95 | 0,86 | 0,79 | 0,69 | 0,62 | 0,96 | 0,87 | 0,79 | 0,69 | 0,62 |
| | 4 | 0,86 | 0,80 | 0,73 | 0,65 | 0,58 | 0,89 | 0,81 | 0,74 | 0,65 | 0,58 | 0,90 | 0,82 | 0,74 | 0,65 | 0,58 | 0,91 | 0,82 | 0,75 | 0,65 | 0,58 |
| | 5 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,61 | 0,55 | 0,85 | 0,77 | 0,70 | 0,61 | 0,55 | 0,87 | 0,78 | 0,71 | 0,62 | 0,55 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,62 | 0,55 |
| | 6 | 0,82 | 0,74 | 0,68 | 0,59 | 0,53 | 0,83 | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,53 | 0,83 | 0,76 | 0,69 | 0,60 | 0,53 | 0,85 | 0,76 | 0,69 | 0,60 | 0,53 |
| | 8 | 0,79 | 0,71 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,80 | 0,72 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,81 | 0,72 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,81 | 0,73 | 0,66 | 0,57 | 0,51 |
| | 10 | 0,77 | 0,69 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,78 | 0,70 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,79 | 0,70 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,79 | 0,71 | 0,64 | 0,55 | 0,49 |

Tab. A.12: Factores de conversión f_2 para instalación en el suelo, cables unipolares a una distancia entre sistemas de 7 cm
(extracto de la norma DIN VDE 0276-1000: Tabla 8)



| Forma constructiva | Número de circuitos | Resistividad térmica específica del suelo [K m/W] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|
| | | 0,7 | | | | | 1,0 | | | | | 1,5 | | | | | 2,5 | | | | |
| | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | | Nivel de carga | | | | |
| | | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,00 |
| Cables de XLPE 0,6/1 kV, 6/10 kV | 1 | 1,02 | 1,03 | 0,99 | 0,94 | 0,89 | 1,06 | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,89 | 1,09 | 1,06 | 1,01 | 0,94 | 0,89 | 1,11 | 1,07 | 1,02 | 0,95 | 0,89 |
| | 2 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,72 | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,78 | 0,72 | 0,99 | 0,92 | 0,86 | 0,78 | 0,72 | 1,01 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,72 |
| | 3 | 0,86 | 0,80 | 0,74 | 0,68 | 0,62 | 0,89 | 0,81 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,90 | 0,83 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,92 | 0,84 | 0,77 | 0,69 | 0,62 |
| | 4 | 0,82 | 0,75 | 0,69 | 0,63 | 0,57 | 0,84 | 0,76 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,85 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,57 | 0,86 | 0,78 | 0,72 | 0,64 | 0,57 |
| Cables de PVC 0,6/1 kV con $S_n \geq 35 \text{ mm}^2$ | 5 | 0,78 | 0,71 | 0,65 | 0,59 | 0,53 | 0,80 | 0,72 | 0,66 | 0,59 | 0,53 | 0,81 | 0,73 | 0,67 | 0,59 | 0,53 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,60 | 0,53 |
| | 6 | 0,75 | 0,68 | 0,63 | 0,56 | 0,51 | 0,77 | 0,69 | 0,63 | 0,56 | 0,51 | 0,78 | 0,70 | 0,64 | 0,57 | 0,51 | 0,79 | 0,71 | 0,65 | 0,57 | 0,51 |
| | 8 | 0,71 | 0,64 | 0,59 | 0,52 | 0,47 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,47 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,52 | 0,47 | 0,74 | 0,66 | 0,60 | 0,53 | 0,47 |
| | 10 | 0,68 | 0,61 | 0,56 | 0,49 | 0,44 | 0,69 | 0,62 | 0,56 | 0,50 | 0,44 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,50 | 0,44 | 0,71 | 0,63 | 0,57 | 0,50 | 0,44 |
| Cables de PVC 0,6/1 kV con $S_n < 35 \text{ mm}^2$ 3,6/6 kV | 1 | 0,91 | 0,92 | 0,94 | 0,94 | 0,89 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 0,94 | 0,89 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 0,94 | 0,89 | 1,13 | 1,07 | 1,02 | 0,95 | 0,89 |
| | 2 | 0,86 | 0,87 | 0,85 | 0,77 | 0,72 | 0,91 | 0,90 | 0,86 | 0,78 | 0,72 | 0,97 | 0,93 | 0,87 | 0,78 | 0,72 | 1,01 | 0,94 | 0,88 | 0,79 | 0,72 |
| | 3 | 0,82 | 0,80 | 0,75 | 0,68 | 0,62 | 0,86 | 0,82 | 0,76 | 0,68 | 0,62 | 0,91 | 0,84 | 0,77 | 0,69 | 0,62 | 0,92 | 0,84 | 0,78 | 0,69 | 0,62 |
| | 4 | 0,80 | 0,76 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 | 0,57 | 0,86 | 0,78 | 0,72 | 0,63 | 0,57 | 0,87 | 0,79 | 0,73 | 0,64 | 0,57 |
| | 5 | 0,78 | 0,72 | 0,66 | 0,59 | 0,53 | 0,81 | 0,73 | 0,67 | 0,59 | 0,53 | 0,81 | 0,74 | 0,68 | 0,59 | 0,53 | 0,82 | 0,75 | 0,68 | 0,60 | 0,53 |
| | 6 | 0,76 | 0,69 | 0,64 | 0,56 | 0,51 | 0,77 | 0,70 | 0,64 | 0,56 | 0,51 | 0,78 | 0,71 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,79 | 0,72 | 0,65 | 0,57 | 0,51 |
| | 8 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,52 | 0,47 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,52 | 0,47 | 0,74 | 0,67 | 0,61 | 0,52 | 0,47 | 0,75 | 0,67 | 0,61 | 0,53 | 0,47 |
| | 10 | 0,69 | 0,62 | 0,57 | 0,49 | 0,44 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,50 | 0,44 | 0,71 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 | 0,71 | 0,64 | 0,58 | 0,50 | 0,44 |

Tab. A.13: Factores de conversión f_2 para instalación en el suelo, cables multipolares a una distancia entre sistemas de 7 cm
(extracto de la norma DIN VDE 0276-1000: Tabla 9; S_n es la sección nominal del conductor)



Siemens AG

Smart Infrastructure
Electrification & Automation
Mozartstr. 31c
91052 Erlangen, Alemania

E-mail: consultant-support.tip@siemens.com

10/2020 -corr
Sujeto a modificaciones sin previo aviso

© 2020 Siemens. Reservados todos los derechos.
Las informaciones de este documento únicamente
comprenden meras descripciones generales o bien
características funcionales que no siempre se dan en la
forma descrita en la aplicación concreta, o bien pudieran
cambiar por el ulterior desarrollo de los productos.
Las características funcionales sólo son vinculantes
si se han acordado expresamente al concluir el contrato.